

9th national conference
on Rainwater Catchment Systems

نهمین همایش ملی
سامانه‌های سطوح آبگیر باران

کواهی ارائه و چاپ مقاله

نویسنده / نویسندگان محترم:

شیوا آزادی شیبیکوه، هادی معماریان خلیل آباد، محسن یوررضا بیلندی، میثم عابدین پور، مرتضی اکبری
جهت مشارکت ارزشمند شما، با ارائه مقاله با عنوان:

تحلیل زمانی- مکانی خشکسالی هواشناسی و آب زیرزمینی دشت کاشمر

کواهی می‌شود این مقاله در نهمین همایش ملی سامانه‌های سطح آبگیر باران ارائه گردید و در مجموعه مقالات جایگزین به چاپ رسیده.

استاد دکتر مهدی حیدری
رئیس همایش ملی سامانه‌های سطح آبگیر باران
ایران - تهران



تحلیل زمانی - مکانی خشکسالی هواشناسی و آب زیرزمینی دشت کاشمر

شیوا آزادی شیبکوه^{۱*}، هادی معماریان خلیل آباد^۲، محسن پوررضا بیلندی^۳، مینم عابدین پور^۴، مرتضی اکبری^۵

۱- کارشناسی ارشد آبخیزداری، دانشگاه بیرجند

۲- دانشیار مهندسی حفاظت خاک، دانشگاه بیرجند

۳- دانشیار هیدرولوژی، دانشگاه بیرجند

۴- استادیار مهندسی آبیاری و زهکشی، مرکز آموزش عالی کاشمر

۵- استادیار مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه فردوسی مشهد

azadishiva74@yahoo.com



چکیده

موضوعی که در اکثر مطالعات منابع آب های زیرزمینی به آن توجه می شود تخمین کیفیت زمانی و مکانی آب در یک منطقه و نحوه تغییرات آن است. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر بارش و خشکسالی بر سطح سفره آب زیرزمینی دشت کاشمر با استفاده از روش های تحلیل سری های زمانی مان-کندال و پیتیت است. در این تحقیق از دوره آماری ۳۰ ساله (۱۳۶۸-۱۳۹۷) داده های بارندگی ایستگاه هواشناسی کاشمر، جهت ارزیابی اثرات خشکسالی هواشناسی، با شاخص SPI و از داده های آماری ۱۷ چاه پیژومتر منطقه مورد مطالعه در یک دوره زمانی ۲۳ ساله (۱۳۷۵-۱۳۹۷) جهت ارزیابی خشکسالی آب زیرزمینی، با شاخص PSI استفاده شد.

نتایج نشان داد دشت کاشمر در بازه ۲۳ ساله ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۷ دچار خشکسالی آب زیرزمینی بوده است. باتوجه به نتایج شاخص های SPI و PSI، خشکسالی هواشناسی بر منابع آب زیرزمینی تاثیرگذار بوده است، اما عامل مهمتر در خشکسالی آب زیرزمینی، بهره برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی می باشد که این بهره برداری ها باعث افت سطح آب به مقدار ۴۰ سانتی متر در سال در دشت کاشمر شده است.

کلید واژه ها: شاخص SPI، شاخص PSI، افت سطح آب زیرزمینی



مقدمه

افت منابع آب زیرزمینی و به دنبال آن، کاهش ذخیره آبی که در نتیجهی مصرف بی رویه از منابع آب زیرزمینی اتفاق می افتد، به عنوان یک مشکل در کره زمین به شمار می رود که اکوسیستم های تأمین آب را

مورد تهدید قرار داده است (گلیسون و همکاران، ۲۰۱۲؛ گلیسون و همکاران، ۲۰۱۰). لذا بررسی عوامل تاثیرگذار بر منابع آب زیرزمینی، از جمله عوامل اقلیمی مهمترین گام در اعمال مدیریت درست این منابع می باشد (میرعباسی نجف آبادی، ۱۳۸۹). نتایج تحقیقات مختلفی با استفاده از تحلیل سری های زمانی جهت مطالعه روند تغییرات سطح سفره آب های زیرزمینی بر اثر تغییر اقلیم در مناطق مختلف گزارش شده است. نورمحمدی و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از تحلیل روش های زمانی و مکانی به بررسی اثر بارش بر منابع آب زیرزمینی دشت مشهد پرداختند. نتایج نشان داد بین خشکسالی هواشناسی و خشکسالی آب زیرزمینی رابطه ضعیفی برقرار است و مهمترین عامل خشکسالی آب زیرزمینی در دشت مشهد را بهره برداری بی رویه از سفره های آب زیرزمینی بیان کردند.

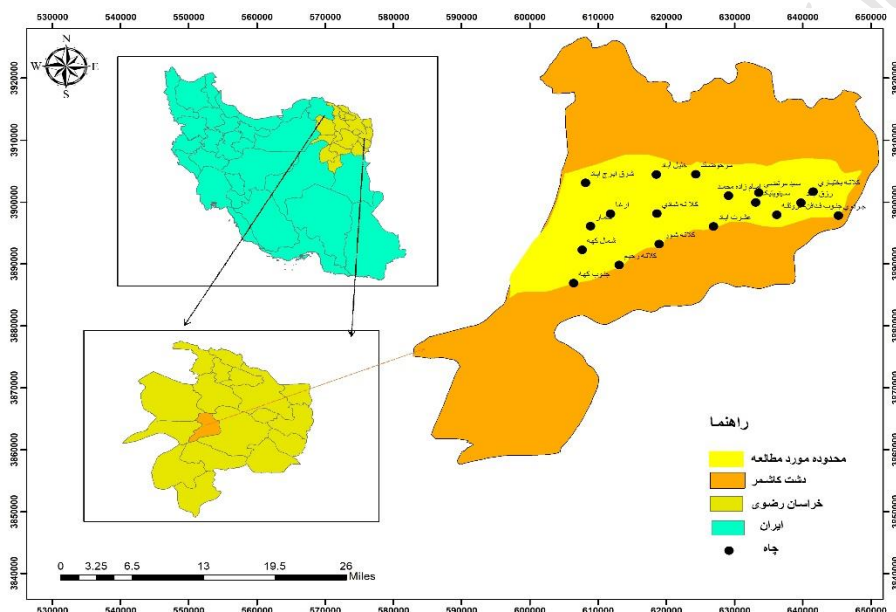
عبداللهی و همکاران (۱۳۹۸) روند تغییرات زمانی و مکانی کیفیت آب زیرزمینی آبخوان قزوین را با استفاده از روش های هیدروژئولوژی و هیدروژئوشیمیایی مورد ارزیابی قرار دادند. بدین منظور هیدروگراف و کموگراف آبخوان در یک دوره ۲۰ ساله ترسیم و مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که در طی ۲۰ سال، افت سطح آب زیرزمینی در حال افزایش بوده و متناسب با آن از کیفیت آبخوان کاسته شده است. ارلر و همکاران (۲۰۱۹) به تجزیه و تحلیل اثرات تغییرات آب و هوایی بر منابع آب زیرزمینی در حوضه دریاچه های بزرگ لوران پرداختند. از طرح های پیش بینی مدل اقلیمی با وضوح بالا بر اساس مدل تحقیقات آب و هوا و پیش بینی هوا و مدل هیدرولوژیکی کاملاً یکپارچه سه بعدی HydroGEOSPHERE استفاده کردند. نتایج نشان داد که سطح آب زیرزمینی در سناریو آب و هوای خشک کاهش و در سناریو آب و هوای مرطوب افزایش می یابد و همچنین مناطقی که در آن جدول آب های زیرزمینی عمیق است (زیر ۲ متر؛ ۱۵٪ مساحت) حساسیت بالایی نسبت به تغییرات آب و هوایی نشان می دهند. بنابراین هدف از این تحقیق، ارزیابی تغییرات زمانی- مکانی منابع آب زیرزمینی دشت کاشمر مبتنی بر تحلیل سری زمانی داده های بارش و خشکسالی است.



مواد و روش ها

به منظور بررسی اثر بارش بر منابع آب زیرزمینی با استفاده از تحلیل سری های زمانی و مکانی از داده های بارندگی دشت کاشمر، داده های سطح آب چاه های پیزومتری، تراز آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه و آمار مربوط به چاه های کشاورزی و شرب دشت کاشمر استفاده گردید. بر این اساس، دوره آماری ۳۰ سال مربوط به داده های بارندگی ایستگاه هواشناسی کاشمر از سال ۱۳۶۸-۱۳۹۷ و دوره آماری ۲۳ سال برای چاه های پیزومتری، در بازه زمانی ۱۳۷۵-۱۳۹۷ در نظر گرفته شدند. همچنین، تعداد ۱۷ حلقه چاه پیزومتری با توجه به پراکنش مناسب جهت مطالعه انتخاب گردید. در این تحقیق از آزمون های تحلیل سری زمانی من کندال و پتیت به منظور ارزیابی اثر بارش و خشکسالی هواشناسی بر سطح سفره و خشکسالی آب زیرزمینی استفاده شد. همچنین، از آزمون های زمین آمار و تحلیل نقاط داغ در جهت تحلیل مکانی وقوع خشکسالی هواشناسی و رابطه آن با خشکسالی آب زیرزمینی استفاده گردید.

دشت کاشمر به عنوان بخشی از حوضه آبریز ایران مرکزی در شمال کویر نمک با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی تا ۵۸ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲ دقیقه شمالی تا ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی در جنوب استان خراسان رضوی قرار دارد. این حوضه در بخش شمال شرقی حوضه آبریز کویر مرکزی ایران قرار داشته و دارای وسعت ۲۰۴۵/۸ کیلومتر مربع است. حدود ۱۲۲۱/۱ کیلومتر مربع از این حوضه را دشت کاشمر تشکیل می دهد (مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار، ۱۳۸۴a). دشت کاشمر از شمال به محدوده مطالعاتی ریوش و از جنوب به محدوده مطالعاتی بجستان یونسی از شرق به ازغند و محولات فیض آباد و از غرب به محدوده مطالعاتی بردسکن و قاسم آباد بجستان محصور می شود (دفتر مطالعات پایه منابع آب، ۹۰). موقعیت جغرافیایی منطقه در ایران و خراسان رضوی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت منطقه در ایران و خراسان رضوی

* * *

نتایج و بحث

محاسبه شاخص SPI

با توجه به جدول ۱ نتایج تحلیل سری زمانی SPI در بازه های مختلف ۳، ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه در دوره آماری ۱۳۶۸-۱۳۹۷ نشان داد که تغییرات تدریجی در بازه ۶ و ۱۲ ماهه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار و در بازه ۳ و ۲۴ ماهه غیرمعنی دار بود. به عبارتی حوزه آبخیز دشت کاشمر در بازه های زمانی ۶ و ۱۲ ماهه دچار خشکسالی هواشناسی شده است و در بازه های زمانی ۳ و ۲۴ ماهه خشکسالی محسوسی دیده نمی شود.

جدول ۱: نتایج تحلیل روند سری زمانی پیوسته شاخص SPI ایستگاه های حوضه آبخیز

MK تست روند			بازه زمانی	دوره آماری
Tau	P	Trend		
-۰/۰۷۳ ^{n.s}	۰/۰۷۶	↓	۳	۱۳۶۸-۱۳۹۷
-۰/۱۴۰*	۰/۰۰۰۱	↓	۶	۱۳۶۸-۱۳۹۷
-۰/۲۷۵*	۰/۰۰۰۱	↓	۱۲	۱۳۶۸-۱۳۹۷
۰/۰۳۴ ^{n.s}	۰/۲۹۱	↑	۲۴	۱۳۶۸-۱۳۹۷

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ^{n.s} غیرمعنی دار

با توجه به جدول ۲ نتایج به دست آمده از آزمون همگنی پتیت برای تشخیص نقاط تغییر در سری زمانی شاخص SPI ایستگاه هواشناسی دشت کاشمر نشان داد که تغییرات سری زمانی این شاخص در بازه های زمانی ۳، ۶ و ۱۲ ماهه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار است بطوری که نقطه تغییر آن‌ها کاهش و در سال ۷۹-۱۳۷۸ بوده است؛ در بازه زمانی ۲۴ ماهه نقطه تغییر معنی داری مشاهده نشد.

جدول ۲: نتایج بدست آمده از آزمون پتیت در سری زمانی پیوسته شاخص SPI ایستگاه های هواشناسی حوضه آبخیز دشت کاشمر

Shift	P	K _T	T	بازه زمانی
↓	۰/۰۳	*۵۵۸۳/۰۰۰	۷۸-۷۹	۳
↓	۰/۰۰۰۱	*۸۵۸۰/۰۰۰	۷۸-۷۹	۶
↓	۰/۰۰۰۱	*۱۴۲۷۲/۰۰۰	۷۸-۷۹	۱۲
-	۱/۰۰۰	N.S. ۱۰۰۸/۰۰۰	-	۲۴

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ^{n.s} غیرمعنی دار

محاسبه شاخص PSI

در جدول ۳ روند سری زمانی پیوسته شاخص پیزومتریک چاه‌های مشاهداتی در سطح احتمال پنج درصد نشان داده شده است. با توجه به جدول در بین تمام چاه‌ها، دو چاه کلاته رحیم و خلیل آباد در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نبوده است در حالی که مابقی دارای روندی معنی دار می‌باشند. جدول ۳ نشان می‌دهد که به جز چاه خلیل آباد تمامی چاه‌ها دارای روندی کاهش می‌باشند، روند چاه خلیل آباد احتمالاً به دلیل عملیات پخش سیلاب و عملکرد پروژه‌های آبخوانداری افزایشی شده است.

جدول ۳: نتایج تحلیل روند سری زمانی پیوسته شاخص PSI چاههای مشاهداتی مورد مطالعه در دشت کاشمر

MK تست روند

Tau	P	Trend	دوره آماری	ایستگاه
-۰/۷۲۳*	۰/۰۰۲	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	امام زاده محمد
-۰/۹۹۱*	۰/۰۰۰۱	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	ارغا
-۰/۹۴۸*	۰/۰۰۰۱	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	عشرت آباد
-۰/۹۱۳*	۰/۰۰۰	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	جنوب فدافن
-۰/۹۳۹*	۰/۰۰۰۱	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	جنوب کپه
-۰/۷۴۰*	۰/۰۰۰	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	جردوی
-۰/۹۳۷*	۰/۰۰۰۱	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	کلاته بختیاری
-۰/۸۹۶*	۰/۰۰۰۱	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	کلاته شادی
-۰/۲۶۴ ^{n.s.}	۰/۱۸۳	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	کلاته رحیم
-۰/۸۶۱*	۰/۰۰۰۱	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	کلاته شور
۰/۱۲۶ ^{n.s.}	۰/۶۰۰	↑	۱۳۷۵-۱۳۹۷	خلیل آباد
-۰/۹۸۵*	۰/۰۰۰۱	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	رزق آباد
-۰/۹۹۱*	۰/۰۰۰۱	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	سرحوضک
-۱/۰۰۰*	۰/۰۰۰۱	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	سید مرتضی
-۰/۹۹۱*	۰/۰۰۰۱	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	شرق ایرج آباد
-۱/۰۰۰*	۰/۰۰۰۱	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	شمال کپه
-۱/۰۰۰*	۰/۰۰۰۱	↓	۱۳۷۵-۱۳۹۷	تکمار

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و n.s. غیرمعنی دار

جدول ۴ نتایج به دست آمده از تحلیل آزمون همگنی پتیت در جهت تشخیص نقاط تغییر در سری زمانی شاخص PSI چاههای دشت کاشمر را نشان می دهد. نتایج بیانگر آن می باشد که تغییرات ناگهانی سری زمانی شاخص PSI در چاه کلاته رحیم و خلیل آباد در سطح احتمال ۵ درصد غیرمعنی دار و در مابقی چاهها معنی دار است که نقطه تغییر در همه چاههای مشاهداتی معنی دار کاهش می باشد. بیشترین تغییرات ناگهانی سری زمانی شاخص PSI در سال ۸۶-۱۳۸۵ بوده است به جز چاههای جردوی، رزق آباد، شمال کپه و تکمار که نقطه تغییر آنها به ترتیب سالهای ۸۵-۱۳۸۴، ۸۳-۱۳۸۲، ۸۳-۱۳۸۲، ۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳ بوده است.

جدول ۴: تغییرات ناگهانی در میانگین سری پیوسته شاخص PSI چاه های مشاهداتی مورد مطالعه دشت کاشمر در سطح معنی -

داری ۵ درصد

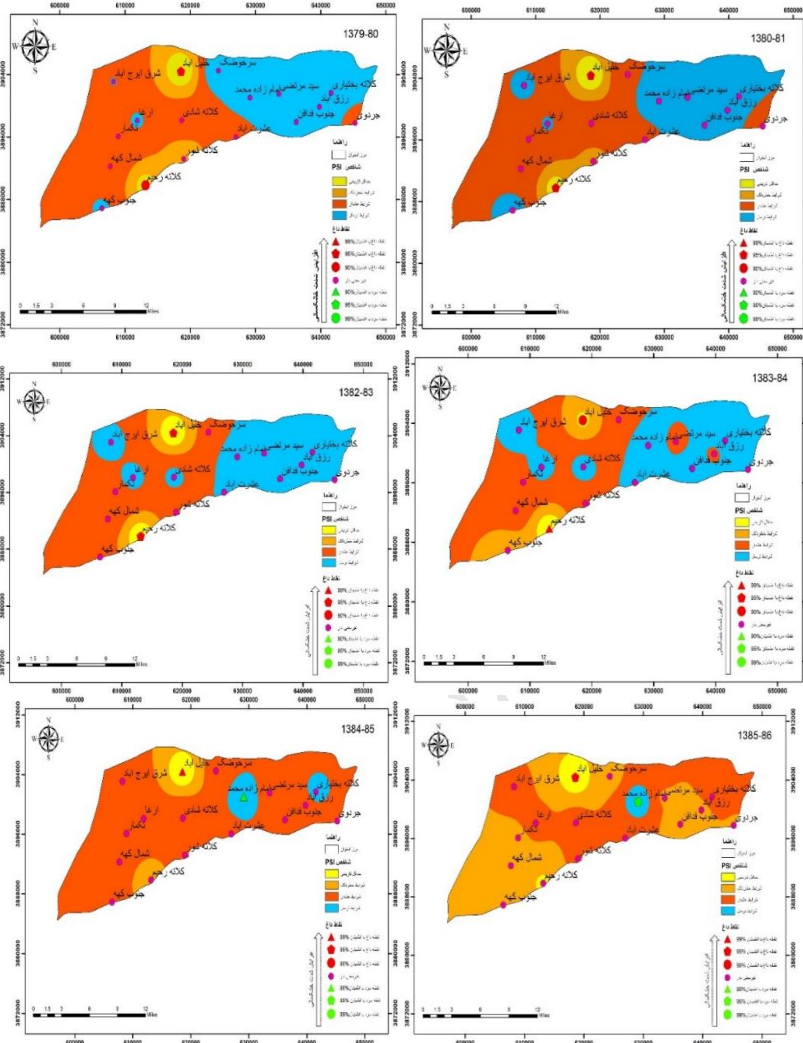
ایستگاه	T	K _T	P	Shift
امام زاده محمد	۱۳۸۵-۸۶	۱۲۱,۰۰۰	۰,۰۰۰۱*	↓
ارغا	۱۳۸۵-۸۶	۱۲۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱*	↓
عشرت آباد	۱۳۸۵-۸۶	۱۲۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱*	↓
جنوب فدافن	۱۳۸۵-۸۶	۱۲۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱*	↓
جنوب کپه	۱۳۸۵-۸۶	۱۲۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱*	↓
جردوی	۱۳۸۴-۸۵	۱۱۸/۰۰۰	۰/۰۰۰۱*	↓
کلاته بختیاری	۱۳۸۵-۸۶	۱۲۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱*	↓
کلاته شادی	۱۳۸۵-۸۶	۱۲۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱*	↓
کلاته رحیم	-	۵۶/۰۰۰	۰/۲۲۶ ^{n.s.}	-
کلاته شور	۱۳۸۵-۸۶	۱۲۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱*	↓
خلیل آباد	-	۶۳/۰۰۰	۰/۱۲۶ ^{n.s.}	-
رزق آباد	۸۳-۱۳۸۲	۷۲/۰۰۰	۰/۰۰۰۱*	↓
سرحوضک	۱۳۸۵-۸۶	۱۲۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱*	↓
سید مرتضی	۱۳۸۵-۸۶	۱۲۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱*	↓
شرق ایرج آباد	۱۳۸۵-۸۶	۱۲۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱*	↓
شمال کپه	۸۳-۱۳۸۲	۷۲/۰۰۰	۰/۰۰۰۱*	↓
تکمار	۱۳۸۳-۸۴	۸۱/۰۰۰	۰/۰۰۰۱*	↓

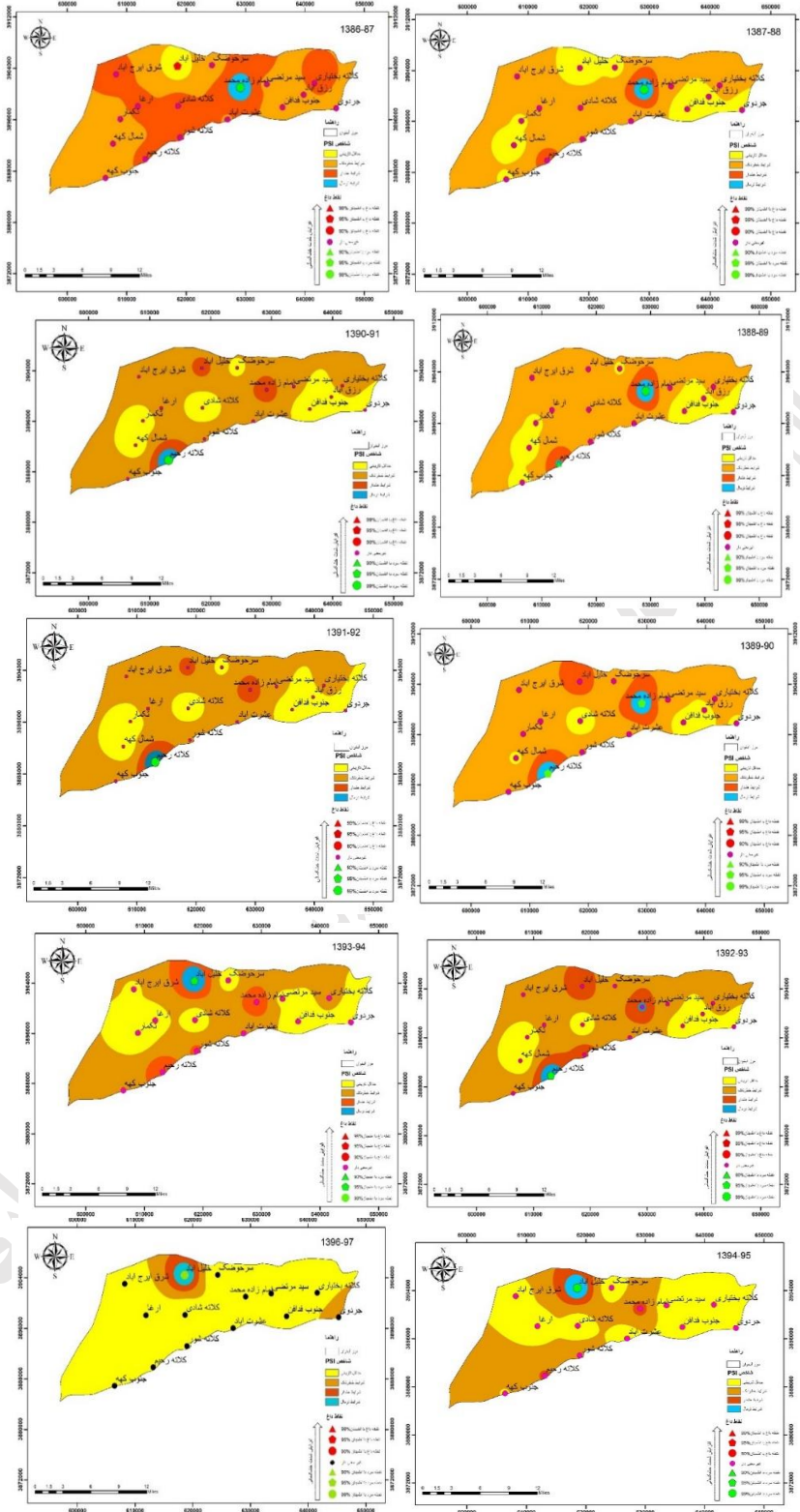
پهنه بندی و تعیین نقاط داغ شاخص PSI

طبق نقشه های پهنه بندی شده شکل ۲ از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۷ محدوده بیشتر در شرایط هشدار و از ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۳ محدوده از غرب به سمت شرق دشت کاشمر به سمت شرایط نرمال قرار داشته است. براساس شکل ۲ دشت کاشمر از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۷ به طور تدریجی در شرایط خطرناک و حداقل تاریخی قرار می گیرد. به عبارتی خشکسالی آب زیرزمینی در دشت کاشمر رفته رفته به اوج خود رسیده است. در قسمت های شرقی و شمالی دشت نسبت به قسمت غربی و جنوبی دشت کاشمر شدت خشکسالی کمتر می باشد. علت آن نیز می تواند حفر چاه های کمتر و به تبع آن بهره برداری کمتر از حد مجاز باشد. چاه هایی که در قسمت شرق دشت در حالت نرمال هستند در پایین دست چاه خلیل آباد قرار می گیرند.

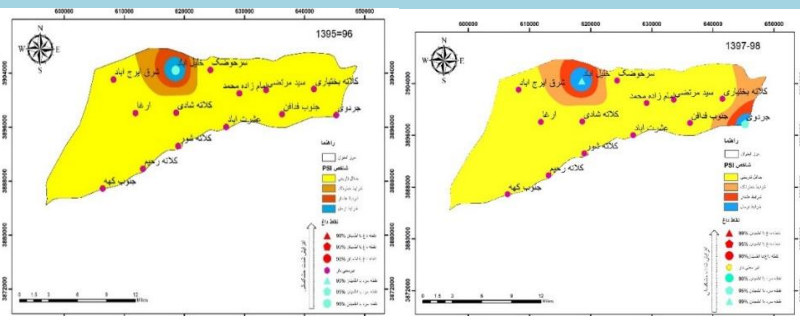
تاثیر مثبت عملیات های آبخوانداری صورت گرفته در بخش های شمال شرقی منطقه و بخش شمالی شهرستان خلیل آباد و همچنین اثر طرح تغذیه مصنوعی اجرا شده بر روی رودخانه شصت دره به منظور مهار سیلاب های شهری و تغذیه سفره زیرزمینی به خوبی مشهود است. یکی از علل جهت گیری وضعیت بخش های شرق و شمال شرق منطقه به سوی حالت نرمال، درشت دانه تر بودن آبخوان ها در این مناطق است. از علل دیگر می توان به عدم وجود شبکه جمع آوری فاضلاب (اگو) در شهر کاشمر که باعث استفاده منازل این شهر

از چاه های جذبی برای دفع فاضلاب شده اشاره کرد. این موضوع عاملی برای نفوذ فاضلاب درون چاه جذبی و تاثیر پذیری مثبت سفره های آب زیرزمینی در این منطقه است.





طبیعت

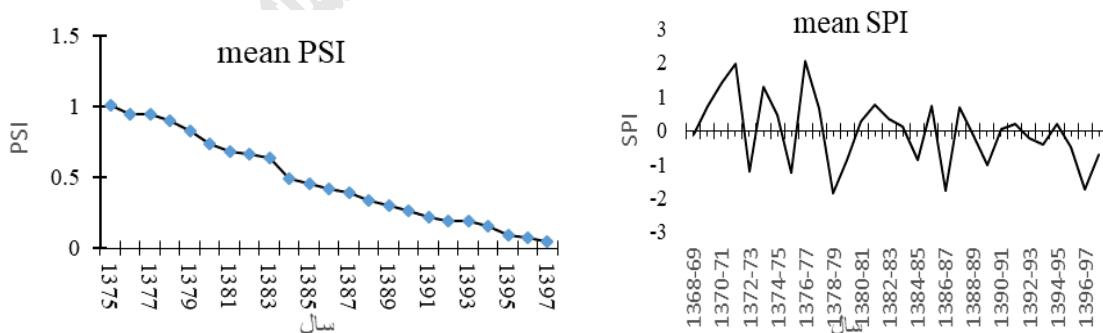


شکل ۲: نقشه های میانمایی شده شاخص PSI به روش IDW برای دوره آماری مشخص شده از سال ۱۳۷۵-۱۳۹۷

همچنین، مطابق با جدول ۵ تعداد ۵۰۷ چاه عمیق و نیمه عمیق در دشت کاشمر حفر شده است که میزان برداشت سالانه از منابع آب زیرزمینی آن حدود ۱۳۴/۳ میلیون متر مکعب می باشد. بر این اساس، حدود ۸۲ درصد از منابع آب زیرزمینی دشت کاشمر از چاه های عمیق و نیمه عمیق موجود استحصال می شود، بطوری که سالانه حجم آب برداشت شده معادل ۹۸/۵ میلیون متر مکعب می باشد.

جدول ۵: منابع آب زیرزمینی دشت کاشمر و برداشت در سال براساس آماربرداری سال ۹۷-۱۳۹۶ (شرکت آب منطقه ای خراسان رضوی، ۱۳۹۸)

نوع منبع آبی	چاه	قنات	چشمه	جمع
تعداد	۵۰۷	۴۶	۶۶	۶۱۹
برداشت در سال (میلیون متر مکعب)	۳/۱۳۴	۳/۱	۷/۰	۲/۱۳۶



شکل ۳: نمودار متوسط PSI و SPI

با توجه به شکل ۳ نمودار متوسط شاخص PSI و SPI به ترتیب در بازه ۲۳ و ۳۰ سال بیان می کند که سطح آب زیرزمینی و میزان بارش از روندی نزولی در تمام سال ها برخوردار بوده است؛ که از علل آن به ترتیب می توان به بهره برداری غیراصولی از منابع آب زیرزمینی؛ کمبود ریزش های جوی و تبخیر زیاد اشاره کرد. این در حالیست که با توجه به اهمیت دشت کاشمر به عنوان یکی از قطب های تولید محصولات کشاورزی

در استان خراسان رضوی، متاسفانه سالانه حدود ۳۶/۲۳- میلیون متر مکعب کسری مخزن دارد. مقایسه دو شاخص SPI و PSI نشان می‌دهد که در دوره آماری سی ساله، خشکسالی هواشناسی و کاهش نزولات جوی بر خشکسالی آب زیرزمینی دشت موثر بوده است، اما نمی‌توان ارتباط قوی معنی‌داری را بین خشکسالی هواشناسی و خشکسالی آب زیرزمینی برقرار کرد، بطوری که تاثیر عوامل دیگری در ارتباط با خشکسالی آب زیرزمینی دشت کاشمر با توجه به بیلان منفی آبخوان محتمل خواهد بود. بنابراین، مطابق شکل ۳ و جدول ۵ از علل خشکسالی آب زیرزمینی در دشت کاشمر می‌توان به بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی اشاره کرد. علاوه بر مسایل فوق، بحرانی بودن دشت کاشمر از لحاظ وضعیت نامناسب سفره‌های آب زیرزمینی از یک سو و توسعه سریع کشاورزی همراه با رشد سریع جمعیت و طبیعتا به دنبال آن افزایش نیاز آبی محصولات کشاورزی از سویی دیگر، باعث بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی دشت شده است (نجف زاده و همکاران، ۱۳۹۳). در نتیجه با استفاده غیر اصولی و بهره‌برداری بیش از حد از آب‌های زیرزمینی، سطح سفره‌های آب زیرزمینی کاهش یافته بطوری که افت سطح آب باعث ایجاد فرونشست در دشت گردیده است.

یافته‌های این تحقیق با نتایج خیرخواه و همکاران (۱۳۹۴) همخوانی دارد، در بررسی همه جانبه‌ای که بر دشت کاشمر انجام دادند به این نتیجه رسیدند که میزان افت سطح ایستابی در دشت کاشمر در طول ۲۶ سال بیش از ۲۶ متر می‌باشد. بررسی علل و عوامل مؤثر بر افت سطح آب زیرزمینی نشان می‌دهد که مهمترین عامل آن برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی می‌باشد. وضعیت آب و هوایی، کشت نامناسب و آبیاری سنتی در این منطقه مهمترین دلایل برداشت از آب‌های زیرزمینی در طی سالیان اخیر است. بنابراین مشاهده می‌شود که پایین رفتن سطح آب زیرزمینی در دشت کاشمر بیش از اینکه بعلت خشکسالی و کاهش ریزش‌های جوی باشد متأثر از برداشت بی‌رویه از آب زیرزمینی می‌باشد و این برداشت بی‌رویه، دشت را در حالت بحرانی قرار داده و به عنوان یک دشت ممنوعه قلمداد می‌شود. نتایج نورمحمدی و همکاران (۱۳۹۵) بر دشت مشهد- چناران حاکی از غیرمعنی‌داری سری زمانی شاخص SPI بود اما نقشه‌های میانابایی شده شاخص SPI نشان داد در سال‌های ۷۸-۸۰، ۸۴-۸۷، ۸۹-۹۰ و ۹۲-۹۳ دشت مشهد- چناران عمدتا در طبقات فروخشک و خیلی خشک قرار می‌گیرد. سطح آب زیرزمینی دشت مشهد- چناران از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۳ بیشتر از ۲۵ متر افت را تجربه کرده که بیشترین آن در بین سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۲ بوده که بالغ بر ۶ متر افت مشاهده شده است. عامل اصلی افت سطح سفره زیرزمینی در دشت مشهد را برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی معرفی کردند.

در نتیجه حفر فراوان چاه‌های عمیق و نیمه عمیق، برداشت آب بدون صرفه اقتصادی، بی‌آب شدن قنات، پیشروی آب‌های شور به سمت آب‌های شیرین، شور شدن خاک و از بین رفتن مزارع کشاورزی، نشست زمین و نابودی قابلیت جذب آب در سفره‌ی آب زیرزمینی و ازدیاد بیابان از پیامدهای برداشت بی‌رویه آب از سفره‌ها می‌باشد (سربازی، ۱۳۸۸).



نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از تغییرات سری زمانی شاخص SPI با استفاده از آزمون همگنی پتیت نشان داد که بازه زمانی ۳ ماهه، ۶ ماهه و ۱۲ ماهه معنی دار شد که نقطه تغییر آنها در سال ۷۹-۱۳۷۸ است و بازه زمانی ۲۴ ماهه غیرمعنی دار شد. تحلیل سری زمانی SPI نشان داد که در بازه های ۳، ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه در بازه زمانی ۱۳۶۸-۱۳۹۷ تغییرات تدریجی در بازه ۶ و ۱۲ ماهه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار و در بازه ۳ و ۲۴ ماهه غیرمعنی دار است. در واقع بررسی تحلیل سری زمانی نشان داد که حوزه آبخیز دشت کاشمر در بازه ۶ و ۱۲ ماهه دچار خشکسالی هواشناسی شده است و با توجه به بیلان آب در منطقه مورد مطالعه ارتباط قوی بین خشکسالی هواشناسی و خشکسالی آب زیرزمینی نمی توان یافت و خشکسالی آب زیرزمینی علت مهمتری دارد. طبق نقشه های پهنه بندی شاخص PSI از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۷۷ محدوده مورد مطالعه بیشتر در شرایط هشدار و از ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۳ از قسمت غرب به شرق دشت کاشمر به سمت شرایط نرمال و از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۷ به طور تدریجی در شرایط خطرناک و حداقل تاریخی قرار می گیرد. به عبارتی خشکسالی آب زیرزمینی در دشت کاشمر رفته رفته به اوج خود رسیده است. همچنین، براساس نمودار شاخص PSI سالانه در دوره آماری ۱۳۷۵-۱۳۹۷ سطح آب زیرزمینی از سال ۱۳۷۵ تا سال ۱۳۹۷ از روندی نزولی در تمام سالها برخوردار بوده است. بنابراین بهره برداری بیش از اندازه از منابع آب زیرزمینی اصلی ترین علت خشکسالی آب زیرزمینی دشت کاشمر می باشد.



منابع فارسی

- خیرخواه، آ، معماریان، ه. (۱۳۹۴)، بحران آب در دشت کاشمر، عوامل، پیامدها و راهکارها. اولین همایش ملی بحران آب و مدیریت آن در مناطق خشک ایران، ۱۴ و ۱۵ بهمن، دانشگاه یزد.
- دفتر مطالعات پایه منابع آب (۱۳۹۰)، گزارش تمدید ممنوعیت محدوده مطالعاتی دشت کاشمر، شرکت آب منطقه ای خراسان رضوی.
- شرکت آب منطقه ای خراسان رضوی (۱۳۹۸)، گزارش سیمای آب محدوده مطالعاتی کاشمر، سال آبی ۹۶-۹۷.
- عبداللهی دهکی، ف. ع، تاج آبادی، م. (۱۳۹۸)، ارزیابی روند تغییرات زمانی و مکانی کمیت و کیفیت آب زیرزمینی در آبخیز قزوین، پایان نامه ارشد، دانشکده مهندسی عمران و مکانیک.
- مهندسین مشاور آب و توسعه پایدار (a ۱۳۸۴)، گزارش طرح مدل ریاضی منابع آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی کاشمر، جلد اول، گزارش هواشناسی.
- نجف زاده، ه، ناصری حصار، ن، هاشمی نسب، س. آ. (۱۳۹۳)، بررسی مشکلات منابع آب دشت کاشمر و نقش عملیات آبخیزداری در بهبود وضعیت منطقه، کنگره استحصال آب و آبخیزداری، ۲۹ و ۳۰ بهمن، بیرجند.
- نورمحمدی، س، تاجبخش، س. م و معماریان، ه. (۱۳۹۶)، بررسی اثر عنصر بارش بر منابع آب زیرزمینی با استفاده از تحلیل سری های زمانی - مکانی خشکسالی (مطالعه موردی: دشت مشهد در حوزه آبخیز کشف رود). جغرافیا و مخاطرات طبیعی، ۱(۱)۶، ۴۴-۱۹.



References

- Gleeson, T., VanderSteen, J., Sophocleous, M. A., Taniguchi, M., Alley, W. M., Allen, D. M., & Zhou, Y, 2010, Groundwater sustainability strategies. *Nature Geoscience*, 3(6),pp 378-379.
- Erler, A. R., Frey, S. K., Khader, O., d'Orgeville, M., Park, Y. J., Hwang, H. T., ... & Sudicky, E. A, 2019, Evaluating Climate Change Impacts on Soil Moisture and Groundwater Resources Within a Lake- Affected Region. *Water Resources Research*, 55(10),pp 8142-8163.
- Gleeson, T., Wada, Y., Bierkens, M. F., & Van Beek, L. P, 2012, Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. *Nature*, 488(7410),pp 197-200.

انجمن علمی سیستم های سطوح آبگیر باران، مدیریت ریسک سیل و خشکسالی، پایداری طبیعت